

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-242384

(43)公開日 平成8年(1996)9月17日

(51)Int.Cl.⁶
H 04 N 1/46
G 03 G 15/01
H 04 N 1/60

識別記号 庁内整理番号

F I
H 04 N 1/46
G 03 G 15/01
H 04 N 1/40

技術表示箇所
C
S
D

審査請求 未請求 請求項の数 3 ○ L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平7-44207

(22)出願日 平成7年(1995)3月3日

(71)出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社
東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72)発明者 竹尾 信行

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ
ックス株式会社内

(72)発明者 小勝 齊

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ
ックス株式会社内

(72)発明者 喜多 伸児

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ
ックス株式会社内

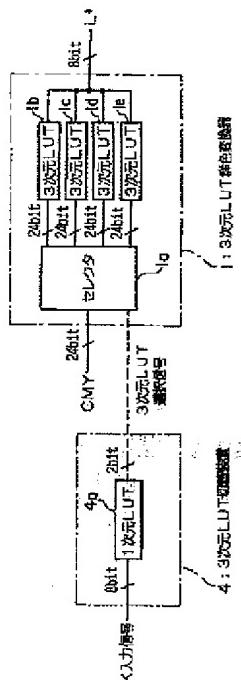
(74)代理人 弁理士 川▲崎▼ 研二 (外1名)

(54)【発明の名称】 カラー画像処理装置

(57)【要約】

【目的】 CMYK色等のデバイスデpendentな入力色信号をL* a* b*等のデバイスインデpendentな出力色信号に変換する場合、高精度なカラーマッチングを簡易に行う。

【構成】 3次元LUT 1 b~1 eは、各々CMYを入力色信号とし、明度信号L*を出力する。入力色信号のK色成分は4領域に分割されており、これら3次元LUT 1 b~1 eは各領域に対応して設けられている。現在のK色成分がどの領域に属するかは3次元LUT切替装置4によって判定され、セレクタ1 aはこの判定結果に基づいて、何れかのLUTを選択する。なお、色度信号a*, b*も同様にして求められる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 シアン、マゼンタ、イエローおよび黒の各色の強度から成る入力色信号を、所定の他形式の色信号に変換するカラー画像処理装置において、

黒色の第1の強度に対応して設けられ前記入力色信号におけるシアン、マゼンタおよびイエローの各色の強度を入力信号として、第1の色信号を出力する第1の変換手段と、

黒色の第2の強度に対応して設けられ前記入力色信号におけるシアン、マゼンタおよびイエローの各色の強度を入力信号として、第2の色信号を出力する第2の変換手段と、

前記入力色信号の黒色の強度に応じて前記第1の変換手段または第2の変換手段のうち何れか一方を選択する選択手段とを具備することを特徴とするカラー画像処理装置。

【請求項2】 シアン、マゼンタ、イエローおよび黒の各色の強度から成る入力色信号を、所定の他形式の色信号に変換するカラー画像処理装置において、

黒色の第1の強度に対応して設けられ前記入力色信号におけるシアン、マゼンタおよびイエローの各色の強度を入力信号として、第1の色信号を出力する第1の変換手段と、

黒色の第2の強度に対応して設けられ前記入力色信号におけるシアン、マゼンタおよびイエローの各色の強度を入力信号として、第2の色信号を出力する第2の変換手段と、

前記入力色信号の黒色の強度に応じて、前記第1の強度と前記第2の強度の内分比を求める内分比算出手段と、前記内分比に基づいて、前記黒色の第1の強度と前記黒色の第2の強度とに対して補間演算を施す補間手段とを具備することを特徴とするカラー画像処理装置。

【請求項3】 シアン、マゼンタ、イエローおよび黒の各色の強度から成る入力色信号を、所定の他形式の色信号に変換するカラー画像処理装置において、

黒色の第1の強度に対応して設けられ前記入力色信号におけるシアン、マゼンタおよびイエローの各色の強度を入力信号として、第1の色信号を出力する第1の変換手段と、

黒色の第2の強度に対応して設けられ前記入力色信号におけるシアン、マゼンタおよびイエローの各色の強度を入力信号として、第2の色信号を出力する第2の変換手段と、

前記入力色信号の黒色の強度に応じて、前記黒色の第1の強度と前記黒色の第2の強度の内分比を求める内分比算出手段と、

前記内分比に基づいて、前記黒色の第1の強度と前記黒色の第2の強度とに対して補間演算を施す補間手段と、前記入力色信号の黒色の強度が前記第1の強度または前記第2の強度と一致しているか否かを判定する判定手段

とを具備し、前記入力色信号の黒色の強度が前記第1の強度と一致する場合は前記第1の色信号を出力し、前記入力色信号の黒色の強度が前記第2の強度と一致する場合は前記第2の色信号を出力し、前記入力色信号の黒色の強度が前記第1の強度または第2の強度の何れとも一致しない場合は前記補間手段における補間演算の結果を出力することを特徴とするカラー画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、カラー画像の形式変換に用いて好適なカラー画像処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】カラープリンタ、カラーレーザー複写機等を用いて画像出力を行うためには、その前提として色変換を行うことが必要である。例えば、カラーレーザー複写機においては、原稿の読み取りはCCDラインセンサ等によって行われ、読み取り結果はRGB(赤、緑および青)の加色系信号として出力されることが一般的である。一方、画像出力はCMYK(シアン、マゼンタ、イエローおよび黒)の減色系信号に基づいて行われる。従って、カラーレーザー複写機における色変換処理は、これら特定の入出力部を想定して行われる。すなわち、テストパターン原稿を複写した場合に、複写物と原稿となるべく一致するように色変換回路が調整される。

【0003】また、カラープリンタにおいては、所定の「代表信号」が入力色信号として供給されることを想定して、該カラープリンタの記録色信号への色変換処理が行われる。一般的には、テレビジョン等で用いられているNTSC RGB信号が代表信号として用いられている。すなわち、ディスプレイに表示したNTSC RGB信号のテストパターンと、該テストパターンをプリントした結果となるべく一致するように、色変換処理が行われる。

【0004】ところで、現在は各種カラー入出力メディアが多様化し、画像データの形式も多様化している。そして、これら画像データがネットワーク等を介して相互交換されるため、各種の画像データに対して色変換処理を行う必要が生じている。ここで、パーソナルコンピュータ等で用いられている代表的な色空間としては、①RGB空間、②RGB空間からの変形演算によって定義されるHSIおよびHSB空間、③記録色そのものを用いるCMYK空間など数種類のものが知られている。しかし、色空間の数は少ないにもかかわらず、画像データのデータ形式は多数存在する。これは、「デバイス dependent」な形式、すなわち特定の機器に依存するデータ形式が多数存在することによる。

【0005】例えば、カラースキャナから出力されるRGB信号は、一般的にはNTSC RGB信号とは異なる。また、複数種類のカラースキャナにおいても、用いられているセンサの分光レスポンスの相違によって差

異が生じる。同様に、同一のCMYK信号を用いてプリントを行った場合であっても、色材セットが異なればプリント色は異なる。このように、カラースキャナのRGB信号やプリンタ等のCMYK信号は、殆どがデバイスデpendentな信号である。

【0006】かかるデバイスデpendentな信号を他のデバイスで用いる場合には、デバイスデpendentな信号とデバイスインデpendentな信号との対応関係（カラーマッチング）を特定しておく必要がある。なお、「デバイスインデpendentな信号」とは測色的な色空間（CIE XYZ、 $L^* a^* b^*$ 、 $L^* u^* v^*$ など）に対して周知の定義式を用いて変換可能な信号をいう。上述したNTSC RGB信号は、このデバイスインデpendentな信号である。

【0007】ところで、印刷物の原版の製造に先立って画像データをカラープリンタから出し、印刷物上での色の仕上り具合を予めチェックすること（デジタルカラープルーフィング）が広く行われている。このような用途にカラープリンタを用いる場合、カラーマッチングは特に高精度でなければならない。一方、デバイスデpendentな信号は非線形であるため、高精度なカラーマッチングを数式で記述することは困難である。例えば入力色信号の種類に応じて変換係数を切り換えながらマトリクス型色変換処理を行うものが知られているが、該方式では充分な色再現精度が得られず、デジタルカラープルーフィング等においては実用に耐えない。

【0008】一般的には、正確なカラーマッチングを行うためには、テーブル参照型色変換方式（特開昭2-87192号公報等）が最適であると考えられている。この方式においては、入力色信号と出力色信号との対応関係を規定するルックアップテーブル（LUT）が設けられ、入力色信号に基づいてLUTを読み出すことによって出力色信号が得られる。従って、入出力色信号の対応関係が非線形であったとしても、LUTの分解能を細かくすることにより、高精度なカラーマッチングを行うことが可能になる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述したテーブル参照型色変換方式では、入力色信号のパラメータ数に応じて、所要メモリ容量が指数関数的に増大する。例えば、出力色信号の各パラメータの階調数を「256」とし、入力色信号の各パラメータを各々「16」領域に分割する場合を想定すると、3次元テーブルでは出力色信号の各パラメータに対して「 17^3 （約5kbyte）」のメモリ容量が必要になる。これに対して、4次元テーブルでは「 17^4 （約85kbyte）」のメモリ容量が必要になる。

【0010】すなわち、入力色信号がCMYK信号である場合には、多大なメモリ容量が必要になる。また、テーブルの出力結果をそのまま出力色信号として用いるの

ではなく、複数のテーブルの出力に対して補間演算を施し、その結果を出力色信号として用いることが多い。かかる場合は、パラメータ数の増加に伴って補間演算も指数関数的に複雑化する。この発明は上述した事情に鑑みてなされたものであり、CMYK信号に対して簡易かつ高精度なカラーマッチングを施すことができるカラー画像処理装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため請求項1記載の構成にあっては、シアン、マゼンタ、イエローおよび黒の各色の強度から成る入力色信号を、所定の他形式の色信号に変換するカラー画像処理装置において、黒色の第1の強度に対応して設けられ前記入力色信号におけるシアン、マゼンタおよびイエローの各色の強度を入力信号として、第1の色信号を出力する第1の変換手段と、黒色の第2の強度に対応して設けられ前記入力色信号におけるシアン、マゼンタおよびイエローの各色の強度を入力信号として、第2の色信号を出力する第2の変換手段と、前記入力色信号の黒色の強度に応じて前記第1の変換手段または第2の変換手段のうち何れか一方を選択する選択手段とを具備することを特徴とする。

【0012】また、請求項2記載の構成にあっては、シアン、マゼンタ、イエローおよび黒の各色の強度から成る入力色信号を、所定の他形式の色信号に変換するカラー画像処理装置において、黒色の第1の強度に対応して設けられ前記入力色信号におけるシアン、マゼンタおよびイエローの各色の強度を入力信号として、第1の色信号を出力する第1の変換手段と、黒色の第2の強度に対応して設けられ前記入力色信号におけるシアン、マゼンタおよびイエローの各色の強度を入力信号として、第2の色信号を出力する第2の変換手段と、前記入力色信号の黒色の強度に応じて、前記黒色の第1の強度と前記黒色の第2の強度の内分比を求める内分比算出手段と、前記内分比に基づいて、前記黒色の第1の強度と前記黒色の第2の強度とに対して補間演算を施す補間手段とを具備することを特徴とする。

【0013】また、請求項3記載の構成にあっては、シアン、マゼンタ、イエローおよび黒の各色の強度から成る入力色信号を、所定の他形式の色信号に変換するカラー画像処理装置において、黒色の第1の強度に対応して設けられ前記入力色信号におけるシアン、マゼンタおよびイエローの各色の強度を入力信号として、第1の色信号を出力する第1の変換手段と、黒色の第2の強度に対応して設けられ前記入力色信号におけるシアン、マゼンタおよびイエローの各色の強度を入力信号として、第2の色信号を出力する第2の変換手段と、前記入力色信号の黒色の強度に応じて、前記黒色の第1の強度と前記黒色の第2の強度の内分比を求める内分比算出手段と、前記内分比に基づいて、前記黒色の第1の強度と前記黒色

の第2の強度とに対して補間演算を施す補間手段と、前記入力色信号の黒色の強度が前記第1の強度または前記第2の強度と一致しているか否かを判定する判定手段とを具備し、前記入力色信号の黒色の強度が前記第1の強度と一致する場合は前記第1の色信号を出力し、前記入力色信号の黒色の強度が前記第2の強度と一致する場合は前記第2の色信号を出力し、前記入力色信号の黒色の強度が前記第1の強度または第2の強度の何れとも一致しない場合は前記補間手段における補間演算の結果を出力することを特徴とする。

【0014】

【作用】請求項1記載の構成にあっては、第1および第2の変換手段は、入力色信号におけるシアン、マゼンタおよびイエローの各色の強度を入力信号として、第1および第2の色信号を各々出力する。そして、選択手段は、入力色信号の黒色の強度に応じて前記第1の変換手段または第2の変換手段のうち何れか一方を選択する。

【0015】また、請求項2記載の構成にあっては、第1および第2の変換手段は、入力色信号におけるシアン、マゼンタおよびイエローの各色の強度を入力信号として、第1および第2の色信号を各々出力する。また、内分比算出手段は、入力色信号の黒色の強度に応じて、第1の強度と第2の強度の内分比を求める。そして、補間手段は、この内分比に基づいて、第1および第2の強度に対して補間演算を施す。

*

$(L^*, a^*, b^*) = F(C, M, Y, K) \dots \text{式(1)}$

のように表現することができる。

【0019】ここで、K色を一定にしてCMY色を変動させた場合、出力色信号の変動範囲は $L^* a^* b^*$ 空間内の立体として表現できる。本発明者らが検討したところによると、K色の強度が高くなるほど該立体の体積は小さくなる。従って、K色の強度が高い領域では、入力色信号のうちCMY色の色変動による色差は小さくなる。

【0020】これにより、かかる領域では、K色を少ないビット数で表現したとしても、色変換の精度を充分に維持することができる。すなわち、K色の格子点の間隔が大きくなると補間演算を行った際の誤差も大きくなるが、元々 $L^* a^* b^*$ 空間内の立体の体積が小さい場合は、近似的に求めた結果においても充分な精度が得られる。従って、K色の格子点の間隔は、K色の強度が低い領域では狭くし、K色の強度が高い領域では広くしておくといい。

【0021】以上により、4入力3出力の色変換は、入力色信号がCMYK色である場合には、3入力3出力のルックアップテーブルを組み合わせることにより実現できる。これにより、所要メモリ容量の増大を抑制しつつ高精度なカラーマッチングを施すことが可能になる。

【0022】B. 第1実施例

B-1. 実施例の構成

* 【0016】また、請求項3記載の構成にあっては、第1および第2の変換手段は、入力色信号におけるシアン、マゼンタおよびイエローの各色の強度を入力信号として、第1および第2の色信号を各々出力する。また、内分比算出手段は、入力色信号の黒色の強度に応じて、第1の強度と第2の強度の内分比を求める。そして、補間手段は、この内分比に基づいて、第1および第2の強度に対して補間演算を施す。一方、判定手段は、入力色信号の黒色の強度が第1または第2の強度と一致しているか否かを判定する。そして、入力色信号の黒色の強度が第1の強度と一致する場合は第1の色信号が出力され、入力色信号の黒色の強度が第2の強度と一致する場合は第2の色信号が出力され、入力色信号の黒色の強度がこれらのうち何れとも一致しない場合は補間手段における補間演算の結果が出力される。

【0017】

【実施例】

A. 実施例の原理

カラーマッチングの一例として、CMYKの入力色信号を $L^* a^* b^*$ の出力色信号に変換することを想定すると、CMYKの4次元空間から $L^* a^* b^*$ の3次元空間への写像は一意に定まり、

【0018】

【数1】

以下、図1を参照して本発明の第1実施例について説明する。図において100は入力画像記憶装置であり、入力色信号を記憶する。この入力色信号はCMYKデータであり、所定のプリンタを想定して各色の強度を「256」階調(8ビット)の網点面積率で表現したものである。1～3は3次元LUT群色変換器であり、各々入力色信号のCMY成分に基づいて、出力色信号 L^*, a^*, b^* を出力する。すなわち、これら3次元LUT群色変換器1～3は、上述した式(1)における左辺値を出力する。

【0023】これら3次元LUT群色変換器1～3には、K色の強度に対応する複数のルックアップテーブルが設けられている。次に、4は3次元LUT切替装置であり、入力色信号のK色成分に基づいて、3次元LUT群色変換器1～3で使用すべきルックアップテーブルを指定するLUT選択信号を出力する。101は出力画像記憶装置であり、3次元LUT群色変換器1～3から出力された出力色信号を記憶する。すなわち、出力画像記憶装置101は、独立に読み書き可能な「3つ」のブレーン(L^* ブレーン、 a^* ブレーン、および b^* ブレーン)から構成されており、これらブレーンに出力色信号の各成分が記憶される。

【0024】6は補助記憶装置であり、3次元LUT群色変換器1～3に記憶されるルックアップテーブルの内

7

容が予め記憶されている。5は制御装置であり、3次元LUT群色変換器1～3が使用される前に、これらルックアップテーブルの内容を3次元LUT群色変換器1～3に転送する。

【0025】次に、3次元LUT群色変換器1および3次元LUT切替装置4の詳細構成を図4を参照し説明する。図において3次元LUT切替装置4の内部には1次元LUT4aが設けられている。1次元LUT4aは、入力色信号のK色成分(8ビット)が何れの区間に属するかに基づいて、上述したLUT選択信号(2ビット)を出力する。その詳細を図5に示す。

【0026】図5において横軸はK色成分の変動範囲(0～255)を示しており、この範囲が区間0～区間3の四区間に分割されている。すなわち、K色成分が「0」～「20」である場合は区間0、「21」～「62」である場合は区間1、「63」～「125」である場合は区間2、「126」～「255」である場合は区間3になる。そして、LUT選択信号は、区間の番号(0～3)を2進2桁で表現した値“00B”～“11B”(Bは2進数を示す)に設定される。

【0027】ところで、各区間の幅は一定ではない。すなわち、K色成分の強度が高くなるほど各区間の幅は広くなっている。これは、「実施例の原理」で述べたように、K色を少ないビット数で表現したとしても、色変換の精度を充分に維持するためである。

【0028】次に、図4に戻り、3次元LUT群色変換器1の内部において1b～1eは3次元LUTであり、上述した区間0～区間3に対応して設けられている。1aは1入力4出力のセレクタであり、入力色信号のCMY成分を、LUT選択信号に対応する何れかの3次元LUTに供給する。ここで、3次元LUT1bの詳細構成を図2を参照し説明する。

【0029】図2において9はLUT格子点データ記憶部であり、入力色信号のCMY色の上位「4ビット」(以下、上位ニブルC_u, M_u, Y_uと呼ぶ)をパラメータとし、出力色信号中の明度信号L*の格子点データを記憶する。なお、これら格子点データは、公知の種々の方法で求めるとよい。例えばノイグハウア一式(「カラーリプログラクションの理論、印刷学会出版部発行」の第234頁)を用いてもよく、網点面積率組み合わせによる複数の色サンプルとその測色値をもとに最小二乗法によって高次多項式を求めてよく、ニューラルネットワークでの学習によって求めてよい。

【0030】8は近傍格子アドレス生成部であり、上位ニブルC_u, M_u, Y_uが供給されると、複数の上位ニブル(C_u, M_u, Y_u)、(C_u, M_u, Y_u+1)、(C_u, M_u+1, Y_u)、(C_u, M_u+1, Y_u+1)、(C_u+1, M_u, Y_u)、(C_u+1, M_u+1, Y_u+1)および(C_u+1, M_u+1, Y_u+1)に対応するアドレス信号を順次LUT格子点データ記憶部9に供給する。これにより、LUT格子点データ記憶部9からは、対応する「8」個の明度信号L*が順次出力される。なお、何れかの上位ニブルC_u, M_u, Y_uが“1111”である場合に対応するため、LUT格子点データ記憶部9には、値“10000”に対応する明度信号L*が記憶されている。このため、「4ビット」に対応する格子点数は「17」になる。

【0031】ここで、CMY空間内で、上位ニブル(C_u, M_u, Y_u)に対応する点をP5、(C_u, M_u, Y_u+1)に対応する点をP8、(C_u, M_u+1, Y_u)に対応する点をP6、(C_u, M_u+1, Y_u+1)に対応する点をP7、(C_u+1, M_u, Y_u)に対応する点をP1、(C_u+1, M_u, Y_u+1)に対応する点をP4、(C_u+1, M_u+1, Y_u)に対応する点をP2、(C_u+1, M_u+1, Y_u+1)に対応する点をP3と呼ぶ。これらの点をCMY空間内に配置した様子を図3に示す。また、点P1～P8を頂点とする立体を基本立方体と呼ぶ。また、これらの点P1～P8に対応してLUT格子点データ記憶部9から読み出されるデータ(明度信号)をデータD1～D8と呼ぶ。

【0032】次に、図2に戻り、10は補間演算部であり、入力色信号のCMY色の下位「4ビット」(以下、下位ニブルC_l, M_l, Y_lと呼ぶ)と、データD1～D8とに基づいて、入力色信号のCMY色(全8ビット)に対応する明度信号L*を出力する。その詳細を図3を参照して説明する。なお、同図において、点Oは入力色信号のCMY色(全8ビット)によって特定されるCMY空間内の点である。

【0033】図3において基本立方体の各頂点とその内部の点Oとの位置関係は下位ニブルC_l, M_l, Y_lによって決定される。そして、点Oを通り、YM平面、MC平面、CY平面に対して各々平行な「3」つの平面によって基本立方体を「8」個の直方体に分割できる。ここで、点OとP1とを結ぶ線分を対角線とする直方体の体積をV1、点OとP2とを結ぶ線分を対角線とする直方体の体積をV2、点OとP3とを結ぶ線分を対角線とする直方体の体積をV3とし、以下同様に各点直方体の体積V1～V8が求められる。

【0034】さて、補間演算部10は、以上のようにして体積V1～V8を求めた後、下式に基づいて最終的な明度信号L*を求める。なお、式(8)において、Vは体積V1～V8の総和である。

【0035】

【数2】

9

10

$$L^* = (D1 \cdot V7 + D2 \cdot V8 + D3 \cdot V5 + D4 \cdot V6 \\ + D5 \cdot V3 + D6 \cdot V4 + D7 \cdot V1 + D8 \cdot V2) / V$$

……式(2)

【0036】以上のように、3次元LUT1bは、セレクタ1aから入力色信号のCMY成分が供給された場合には、明度信号L*を出力する。他の3次元LUT1c～1eも同様である。また、3次元LUT群色変換器2、3も3次元LUT群色変換器1と同様に構成されており、これによって各信号L*, a*, b*が3次元LUT群色変換器1～3から出力される。

【0037】B-2. 実施例の動作

次に、本実施例の動作を説明する。まず、補助記憶装置6に記憶されたテーブルデータが各LUTに転送され、入力画像記憶装置100には入力色信号としてCMYKデータが入力される。そして、入力画像記憶装置100内の入力色信号が順次読み出されると、K色成分の値に基づいて3次元LUT切替装置4からLUT選択信号が出力される。次に、3次元LUT群色変換器1～3においては、このLUT選択信号に基づいて3次元LUTが選択され、選択された3次元LUTを介して各信号L*, a*, b*が输出される。これらの信号は出力画像記憶装置101のL*～b*プレーンに蓄積されてゆく。

【0038】以上説明したように本実施例によれば、3入力3出力のLUT色変換器を数個設けることによって、ある程度のカラーマッチングを行うことができる。そして、4入力3出力のLUT色変換器を用いる場合と比較して、3次元LUT群色変換器1～3の記憶容量をきわめて小さくすることができるから、カラーマッチングを簡易に施すことが可能になる。

【0039】C. 第2実施例

C-1. 実施例の構成

次に、本発明の第2実施例を図5を参照し説明する。なお、図において第1実施例の各部に対応する部分には同一の符号を付け、その説明を省略する。図において20は3次元LUT切替装置であり、図1における3次元LUT切替装置4に代えて設けられている。この3次元LUT切替装置20の構成を図11に示す。図11において20aは1次元LUTであり、第1実施例における1次元LUT4aと同様に構成され、入力色信号のK色成分に対応してLUT選択信号を出力する。20bは内分*

$$L^* = L_1^* + (L_2^* - L_1^*) \cdot N \quad \dots \text{式(3)}$$

【0044】補間演算器22、23も補間演算器21と同様に構成されている。すなわち、補間演算器22は色度信号a1*, a2*に基づいて色度信号a*を出力し、補間演算器23は色度信号b1*, b2*に基づいて色度信号b*を出力する。

【0045】C-2. 実施例の動作

次に、本実施例の動作を説明する。まず、第1実施例と同様に、補助記憶装置6に記憶されたテーブルデータが

*比計算回路であり、各区間(図5参照)内におけるK色成分の内分比を計算し出力する。

【0040】図6に戻り、24～26は3次元LUT群色変換器であり、第1実施例における3次元LUT群色変換器1～3と同様に構成されている。但し、第1実施例における3次元LUT群色変換器1～3は各々四の3次元LUT1b～1e(図4参照)を有していたのに対して、3次元LUT群色変換器24～26は各々五の3次元LUTを有している。3次元LUT群色変換器24～26に設けられた3次元LUTは、各々K色成分の強度「0」、「21」、「63」、「125」および「255」に対応する格子点データが記憶されている。

【0041】また、3次元LUT群色変換器24～26にはセレクタ1a(図4参照)に対応するセレクタが設けられているが、これらセレクタはLUT選択信号で示された区間を挟む二のK色強度に対応する3次元LUTを順次指定する。一例として、K色成分の強度が「15」であった場合の3次元LUT群色変換器24の動作を説明する。図5によれば、K色成分の強度「15」は区間0に属するため、LUT選択信号は“00”になる。このとき、区間0を挟むK色の強度は、「0」および「21」である。従って、3次元LUT群色変換器24内のセレクタによって、「0」および「21」に対応する3次元LUTが順次アクセスされ、二の明度信号が順次出力される。以下、これら明度信号をL1*, L2*と呼ぶ。

【0042】3次元LUT群色変換器25、26も3次元LUT群色変換器24と同様に構成されており、3次元LUT群色変換器25からは色度信号a1*, a2*が、変換器26からは色度信号b1*, b2*が、各々出力される。次に、21は補間演算器であり、明度信号L1*, L2*と3次元LUT切替装置20から出力された内分比に基づいて、明度信号L*を出力する。すなわち、内分比を“N”とすると、明度信号L*は下式で表現される。

【0043】

【数3】

各LUTに転送され、入力画像記憶装置100には入力色信号としてCMYKデータが入力される。そして、入力画像記憶装置100内の入力色信号が順次読み出されると、K色成分の値に基づいて3次元LUT切替装置4からLUT選択信号と内分比を示す信号とが出力される。

【0046】次に、3次元LUT群色変換器24～26においては、このLUT選択信号に基づいて二の3次元

11

LUTが順次選択され、選択された3次元LUTを介して各信号 L_1^* , a_1^* , b_1^* , L_2^* , a_2^* , b_2^* が出力される。そして、補間演算器21～23においては、これらの信号と内分比に基づいて、信号 L^* , a^* , b^* が¹²出力される。そして、信号 L^* , a^* , b^* は、出力色信号として、出力画像記憶装置101の $L^* \sim b^*$ ブレーンに蓄積されてゆく。

【0047】以上説明したように本実施例によれば、補間演算器21～23によって線形補間が行われるから、第1実施例と比較してより高精度に出力色信号 L^* , a^* , b^* を求めることができる。しかも、3次元LUT群色変換器24～26等の所要メモリ容量は、4入力3出力のLUT色変換器を用いる場合と比較して、きわめて小さくすることができる。

【0048】D. 第3実施例

次に、本発明の第3実施例を図7を参照し説明する。なお、図において第1および第2実施例の各部に対応する部分には同一の符号を付け、その説明を省略する。図において30は3次元LUT切替装置であり、図1における3次元LUT切替装置4に代えて設けられている。この3次元LUT切替装置30の構成を図12に示す。図12において30aは1次元LUT、30bは内分比計算回路であり、各々第2実施例における1次元LUT20aおよび内分比計算回路20bと同様に構成され、入力色信号のK色成分に対応してLUT選択信号を出力する。30cは区間閾値判断回路であり、K色成分の強度が閾値に該当する場合（「0」、「21」、「63」、「125」または「255」のうち何れかである場合）に閾値検出信号を出力する。

【0049】図7に戻り、34～36は3次元LUT群色変換器であり、第2実施例における3次元LUT群色変換器24～26と同様に構成されている。すなわち、3次元LUT群色変換器34～36にはセレクタが設けられており、これらセレクタはLUT選択信号で示された区間を挟む二のK色強度に対応する3次元LUTを順次指定する。但し、本実施例におけるセレクタは、上述した区間閾値判断回路30cから閾値検出信号が出力された場合には、この閾値に対応する一の3次元LUTのみを指定する。これにより、3次元LUT群色変換器34～36からは信号 L_1^* , a_1^* , b_1^* のみが出力され、信号 L_2^* , a_2^* , b_2^* は出力されないことになる。

【0050】31～33は補間演算器であり、第2実施例における補間演算器21～23と同様に構成されている。すなわち、補間演算器31～33は、明度信号 L_1^* , L_2^* 、色度信号 a_1^* , a_2^* および色度信号 b_1^* , b_2^* が供給されると、これらの信号に補間演算を施し、出力色信号 L^* , a^* , b^* を出力する。但し、本実施例における補間演算器31～33は、区間閾値判断回路30cから閾値検出信号が出力された場合には、信号 L_1^* , a_1^* , b_1^* をそのまま出力色信号 L^* , a^* , b^*

として出力する。すなわち、補間演算は停止される。

【0051】上記構成によれば、第2実施例のものと同様の出力色信号 L^* , a^* , b^* が出力され、出力画像記憶装置101に蓄積される。但し、本実施例においては、K色成分が閾値に該当する場合には、3次元LUT群色変換器34～36内で指定される3次元LUTは各々一つだけになり、補間演算器31～33内の補間演算も省略される。これにより、高精度な出力色信号 L^* , a^* , b^* を高速に出力することが可能になる。

【0052】E. 変形例

本発明は上述した実施例に限定されるものではなく、例えば以下のように種々の変形が可能である。

【0053】①上記各実施例にあっては、CMYKの入力色信号を $L^* a^* b^*$ の出力色信号に変換したが、出力色信号は $L^* a^* b^*$ 信号に限定されず、RGB信号、HSI信号、HSB信号、 $L^* u^* v^*$ 信号等、どのようなものであっても良いことは言うまでもない。また、入力色信号の量子化レベルも「256」階調に限定されず、任意のものでよい。特に出力色信号が3成分のもの（ $L^* a^* b^*$, $L^* u^* v^*$, RGB等）であれば、上記実施例の構成をそのまま適用できる。

【0054】②また、出力色信号が四成分のものであっても、3次元LUT群色変換器と出力画像記憶装置101内のブレーンとを追加することにより、上記各実施例のものを適用できる。特に出力色信号もCMYK形式の場合は、3次元LUT群色変換器を追加することなく実現できる可能性が高い。その例を図8～10に示す。これらの図は、CMYK形式の出力色信号 C' , M' , Y' , K' を出力するように、図1, 6, 7の構成を変形したものである。

【0055】これらの図において、出力色信号 C' , M' , Y' を出力するための回路は、上記各実施例で信号 L^* , a^* , b^* を出力する回路と同様に構成されている。但し、これらの変形例では、入出力色信号のK色成分の階調変換特性を規定する1次元LUT50が設けられている。すなわち、出力色信号 K' は、入力色信号Kを1次元LUT50に入力することによって得られる。これは、CMYK形式の色信号を他のCMYK形式の色信号に変換するとき、後者のK色成分は前者のK色成分のみによって支配される傾向が強いことによる。換言すれば、入力色信号のCMY成分を無視したとしても、充分な精度で出力色信号 K' を得ることができる。

【0056】③上記各実施例においては立方体補間（図3参照）が用いられたが、補間方法は立方体補間に限定されることは言うまでもない。例えば、1993年第24回画像コンファレンス論文集第347頁～第350頁には三角柱補間や斜三角柱補間が開示されており、四面体補間等の手法も知られている。要するに、本発明に対しても、どのような補間方法を用いててもよい。

【0057】④上記各実施例においては、LUT格子点

データ記憶部9には、入力色信号の各色の上位ニブルC_v, M_v, Y_vに対応して格子点データが記憶された。しかし、格子点データは上位ニブルC_v, M_v, Y_vに対応するものに限られず、全データ幅(8ビット)よりも小さければ種々のビット数のものを用いてよい。また、CMY各色に対して、例えば(4ビット、3ビット、3ビット)のように異なる分割数で格子点データを作成してもよい。また、LUT格子点データ記憶部9に全データ幅(8ビット)の格子点データを記憶させてもよく、かかる場合には補間演算部10は不要になることは言うまでもない。

【0058】⑤また、上記各実施例においては、近傍格子アドレス生成部8は「8」個のアドレス信号をLUT格子点データ記憶部9に順次供給したが、LUT格子点データ記憶部9を「8」個設け、これらに対して「1」個づつのアドレス信号を同時に供給してもよい。これにより、出力色信号L*, a*, b*を一層高速に得ることが可能になる。

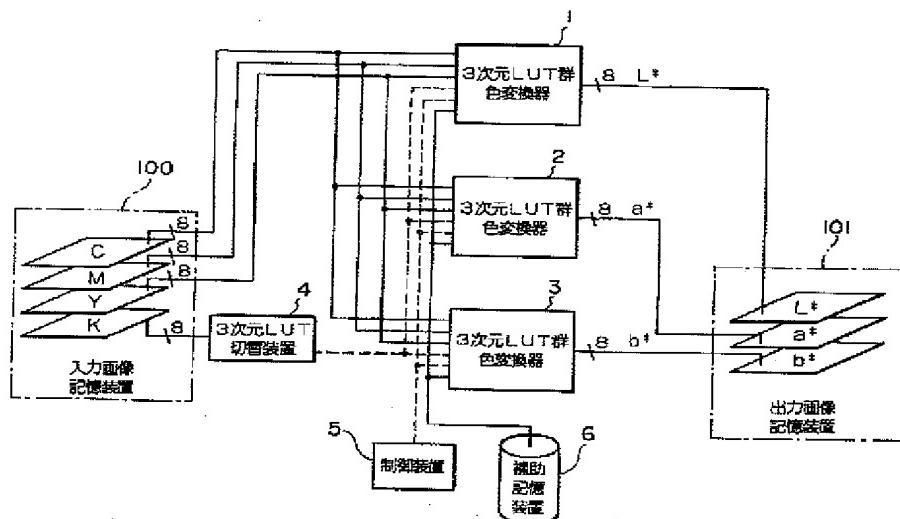
【0059】

【発明の効果】以上説明したように請求項1記載の構成によれば、第1の変換手段または第2の変換手段のうち何れか一方を選択することによって、簡易にカラーマッチングを施すことができる。また、請求項2記載の構成によれば、補間演算が行われるから、簡易かつ高精度なカラーマッチングを施すことができる。さらに、請求項3記載の構成によれば、必要な場合にのみ補間演算の結果が用いられるから、簡易、高精度、かつ高速にカラーマッチングを施すことができる。

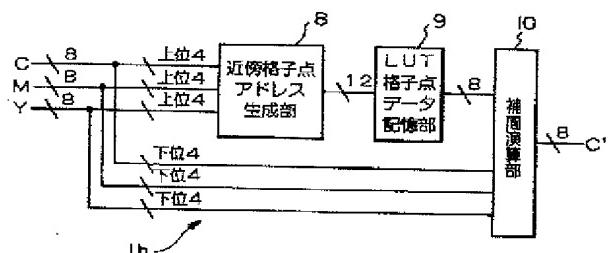
【図面の簡単な説明】

- (8) 14
 データ記憶部9には、入力色信号の各色の上位ニブルC_v, M_v, Y_vに対応して格子点データが記憶された。しかし、格子点データは上位ニブルC_v, M_v, Y_vに対応するものに限られず、全データ幅(8ビット)よりも小さければ種々のビット数のものを用いてよい。また、CMY各色に対して、例えば(4ビット、3ビット、3ビット)のように異なる分割数で格子点データを作成してもよい。また、LUT格子点データ記憶部9に全データ幅(8ビット)の格子点データを記憶させてもよく、かかる場合には補間演算部10は不要になることは言うまでもない。
- 【図1】** 第1実施例の構成を示すブロック図である。
【図2】 3次元LUT1bの詳細構成を示すブロック図である。
【図3】 3次元LUT1bの動作説明図である。
【図4】 3次元LUT群色変換器1および3次元LUT切替装置4の詳細構成を示すブロック図である。
【図5】 3次元LUT切替装置4の動作説明図である。
【図6】 第2実施例の構成を示すブロック図である。
【図7】 第3実施例の構成を示すブロック図である。
【図8】 第1実施例の変形例の構成を示すブロック図である。
【図9】 第2実施例の変形例の構成を示すブロック図である。
【図10】 第3実施例の変形例の構成を示すブロック図である。
【図11】 3次元LUT切替装置20の詳細構成を示すブロック図である。
【図12】 3次元LUT切替装置30の詳細構成を示すブロック図である。
【符号の説明】
 1b 3次元LUT (第1の変換手段)
 1c 3次元LUT (第2の変換手段)
 1a セレクタ (選択手段)
 20b 内分比計算回路 (内分比算出手段)
 21~23 補間演算器 (補間手段)
 30b 内分比計算回路 (内分比算出手段)
 30c 区間閾値判断回路 (判定手段)
 31~33 補間演算器 (補間手段)

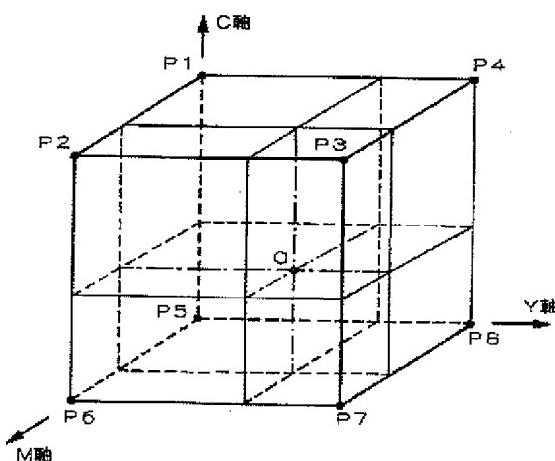
【図1】



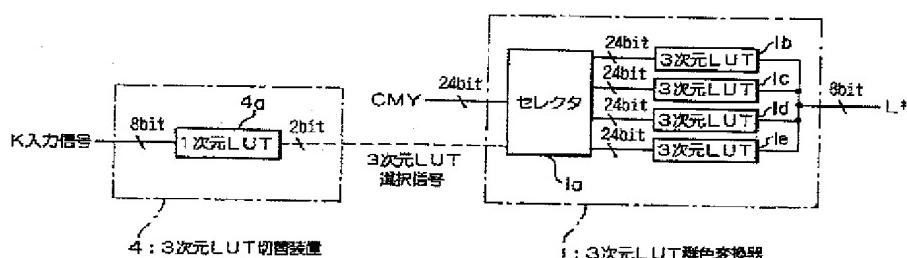
【図2】



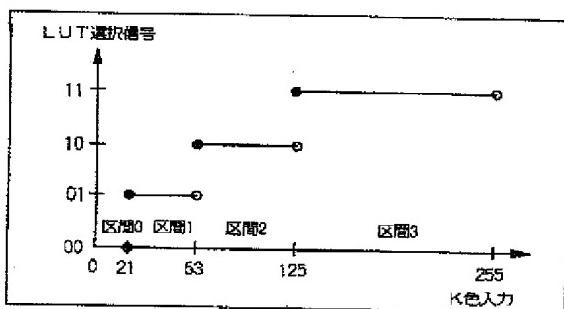
【図3】



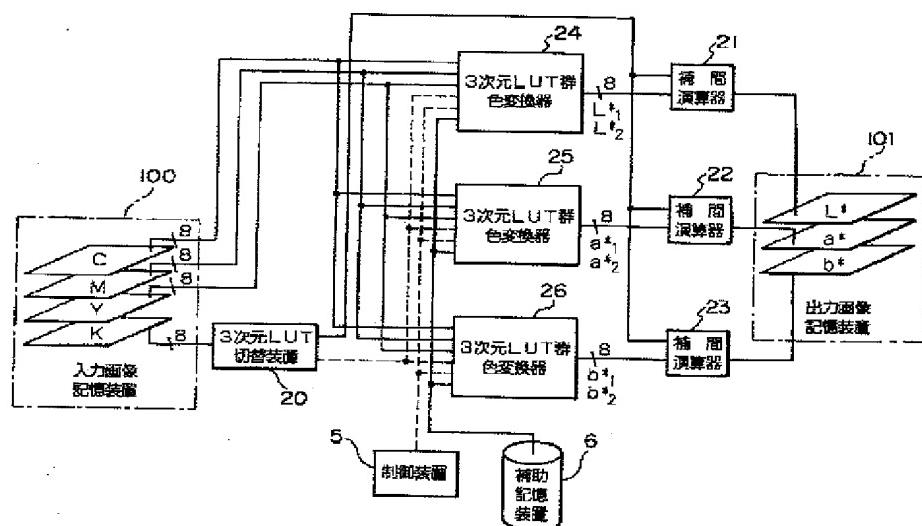
【図4】



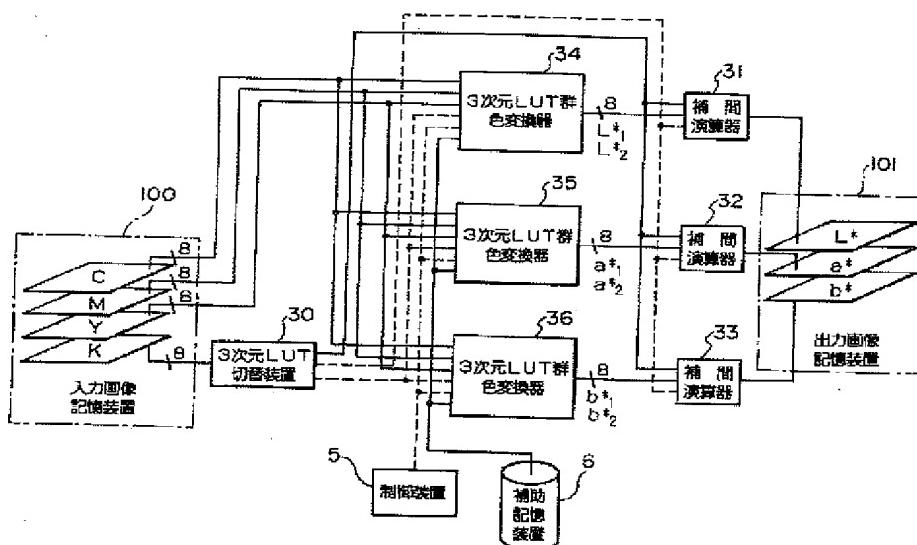
【図5】



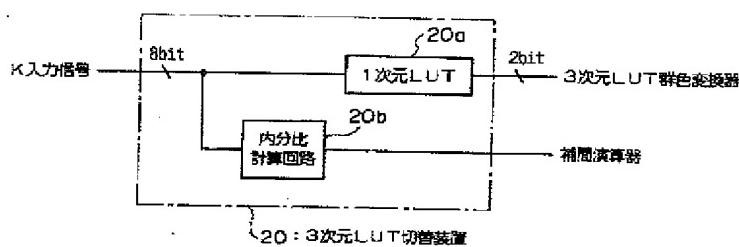
【図6】



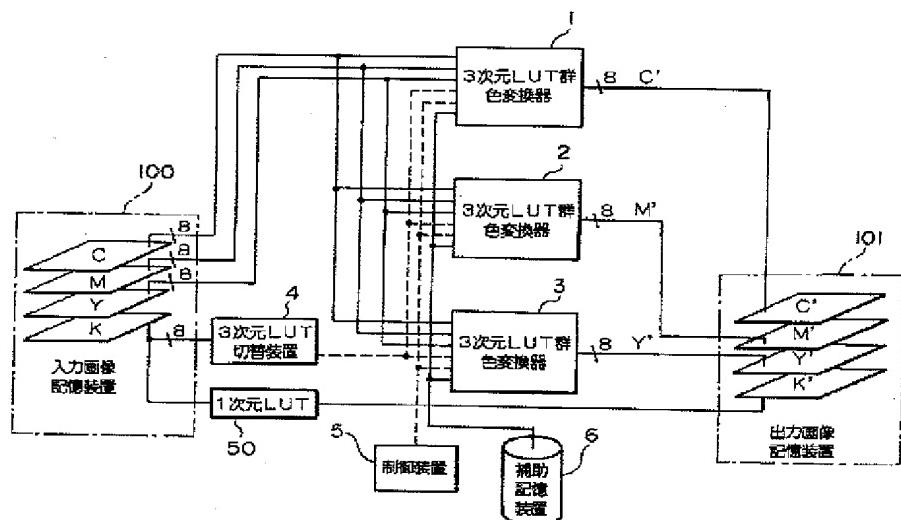
【図7】



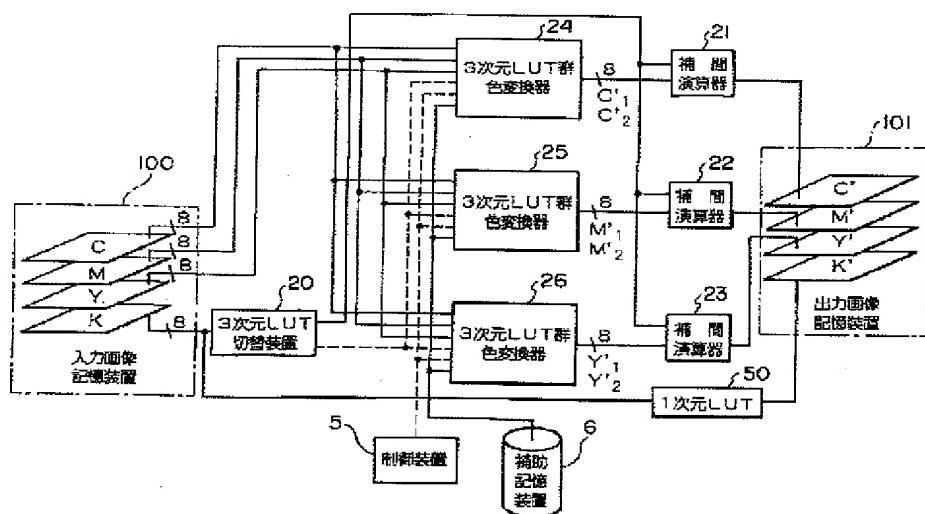
【図11】



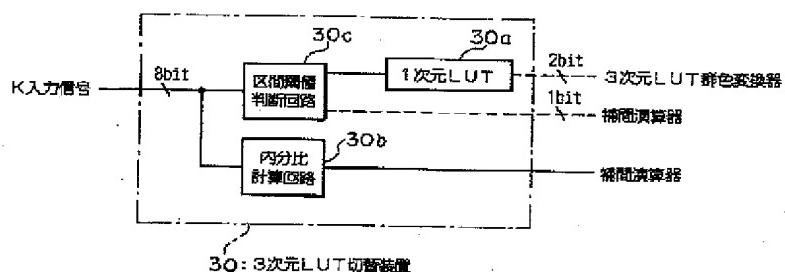
【図8】



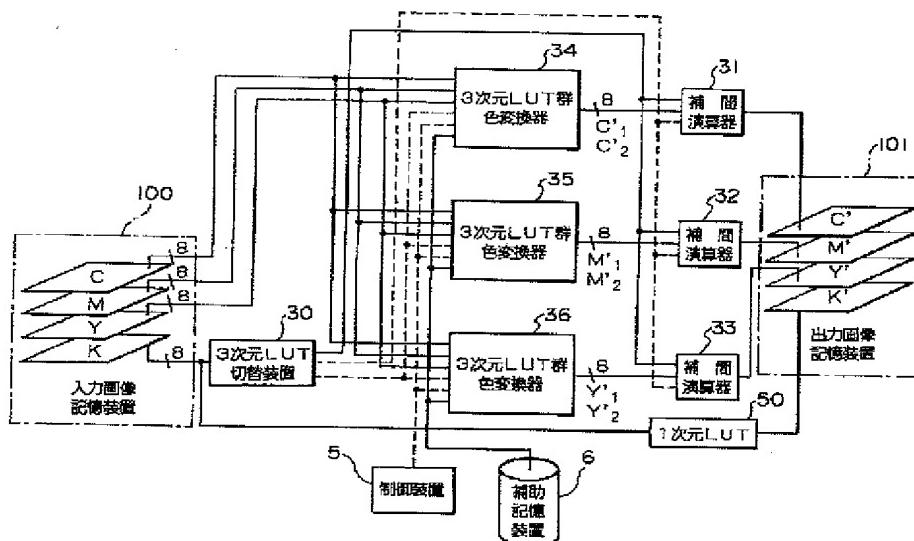
【図9】



【図12】



【図10】



【手続補正書】

【提出日】平成8年2月16日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項2

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項2】 シアン、マゼンタ、イエローおよび黒の各色の強度から成る入力色信号を、所定の他形式の色信号に変換するカラー画像処理装置において、

黒色の第1の強度に対応して設けられ前記入力色信号におけるシアン、マゼンタおよびイエローの各色の強度を入力信号として、第1の色信号を出力する第1の変換手段と、

黒色の第2の強度に対応して設けられ前記入力色信号におけるシアン、マゼンタおよびイエローの各色の強度を入力信号として、第2の色信号を出力する第2の変換手段と、

前記入力色信号の黒色の強度に応じて、前記第1の強度と前記第2の強度の内分比を求める内分比算出手段と、前記内分比に基づいて、前記第1の色信号と前記第2の色信号とに対して補間演算を施す補間手段とを具備することを特徴とするカラー画像処理装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

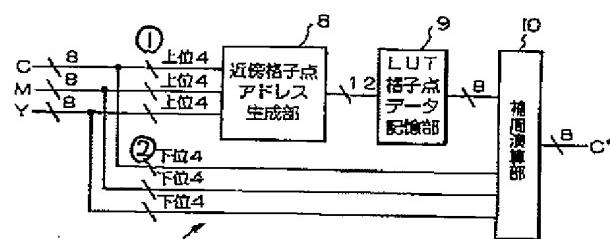
【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

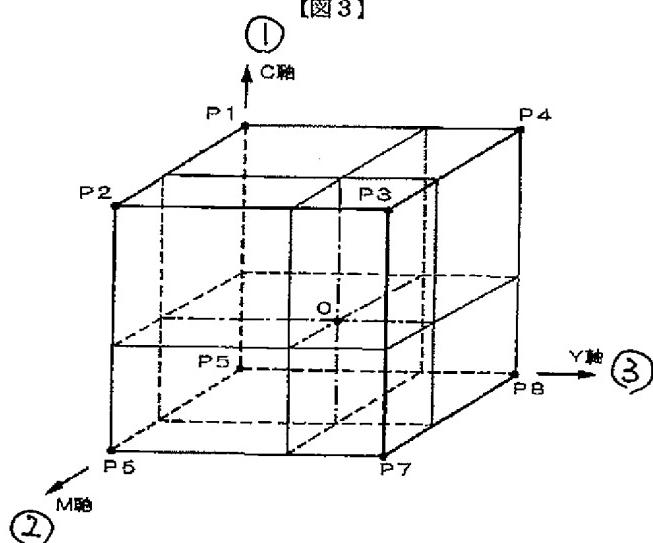
【補正内容】

【0012】また、請求項2記載の構成にあっては、シアン、マゼンタ、イエローおよび黒の各色の強度から成る入力色信号を、所定の他形式の色信号に変換するカラー画像処理装置において、黒色の第1の強度に対応して設けられ前記入力色信号におけるシアン、マゼンタおよびイエローの各色の強度を入力信号として、第1の色信号を出力する第1の変換手段と、黒色の第2の強度に対応して設けられ前記入力色信号におけるシアン、マゼンタおよびイエローの各色の強度を入力信号として、第2の色信号を出力する第2の変換手段と、前記入力色信号の黒色の強度に応じて、前記黒色の第1の強度と前記黒色の第2の強度の内分比を求める内分比算出手段と、前記内分比に基づいて、前記第1の色信号と前記第2の色信号とに対して補間演算を施す補間手段とを具備することを特徴とする。

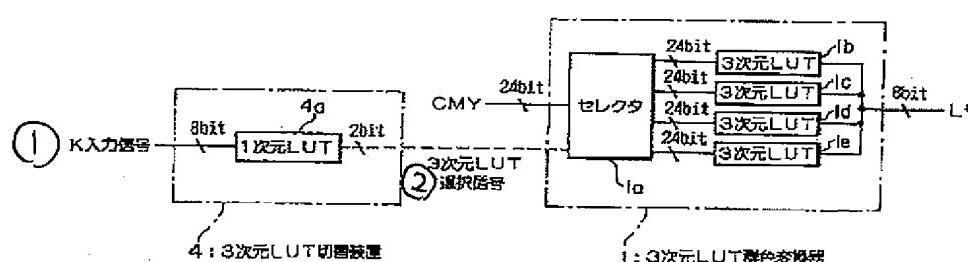
【図2】



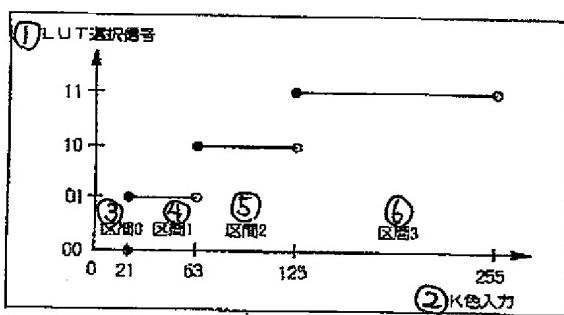
【図3】



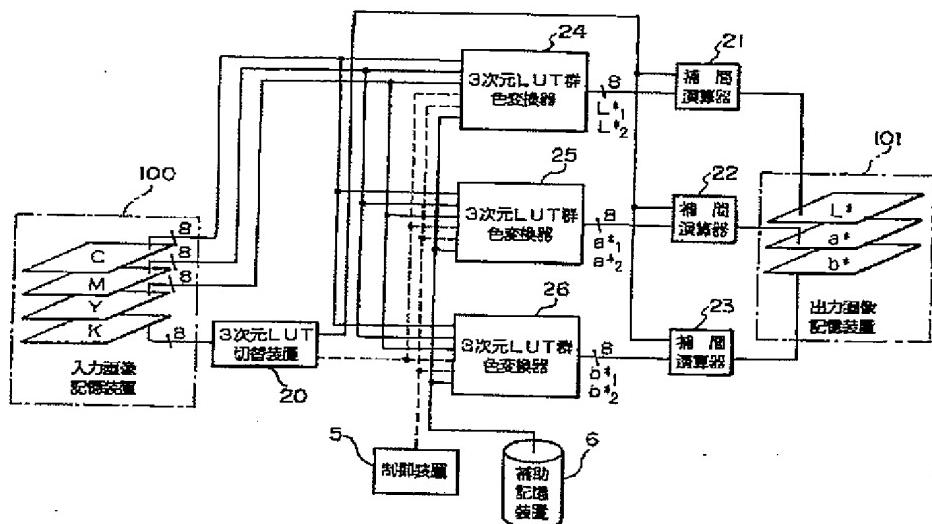
【図4】



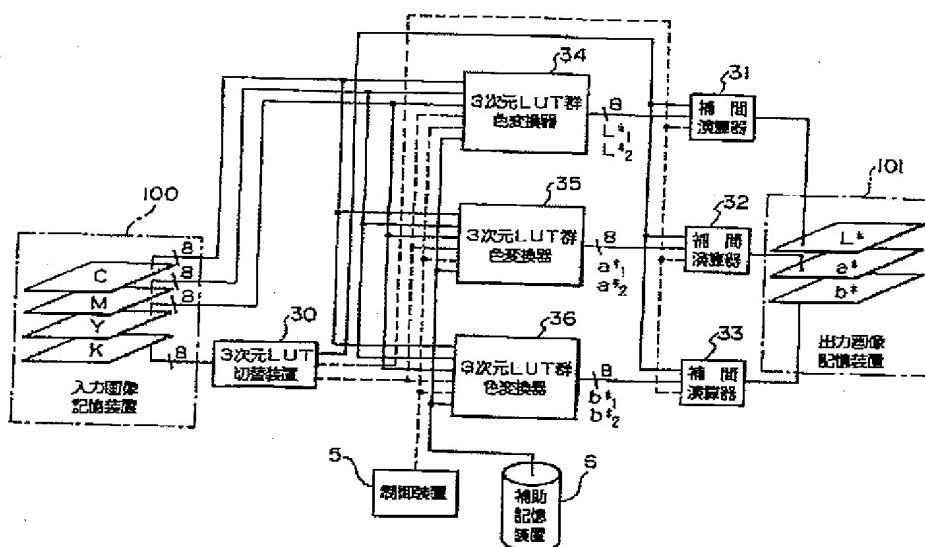
【図5】



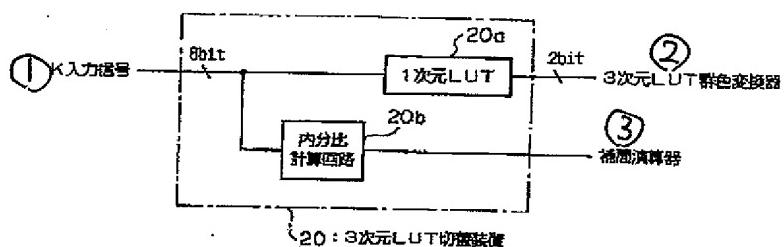
【図6】



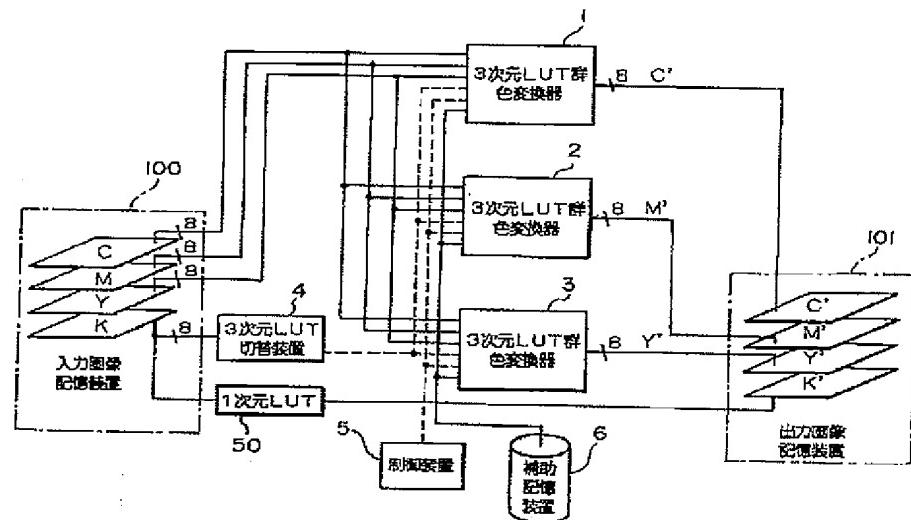
【図7】



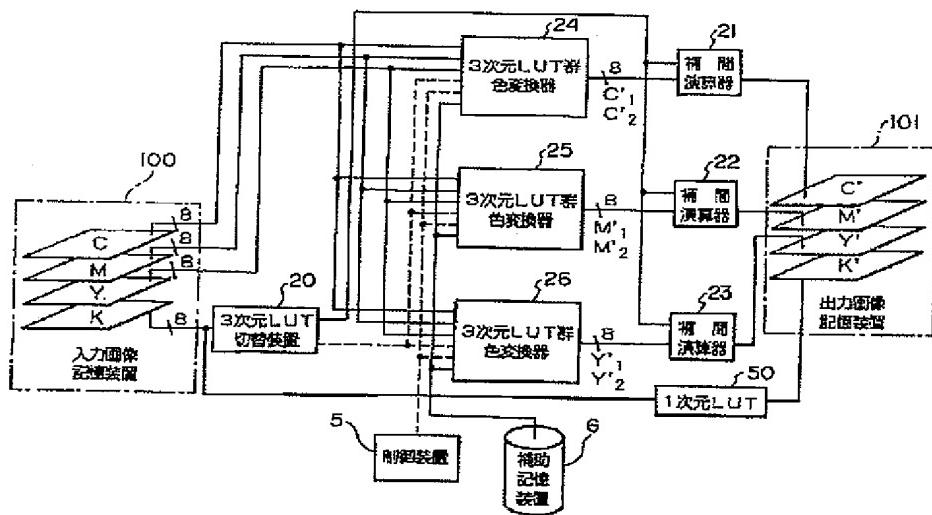
【図11】



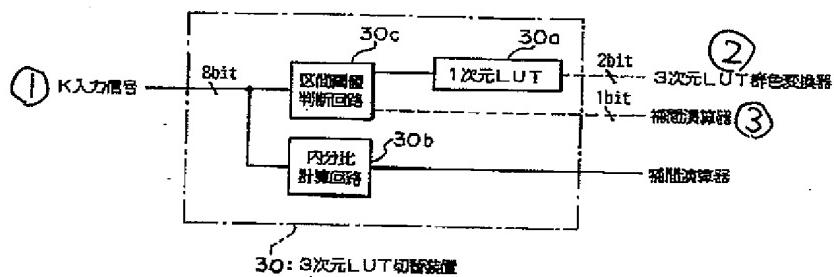
【図8】



【図9】



【図12】



(11) Japanese Patent Laid-Opened (KOKAI) No. 08-242384

(43) Laid-Opened: September 17, 1996

(21) Filing No. 07-044207

(22) Filing Date: March 3, 1995

5 (71) Applicant: FUJI XEROX CO LTD

(72) Inventor: Nobuyuki TAKEO

Hiroshi KOKATSU

Shinji KITA

(74) Attorney: Kenji Kawasaki, et al.

10 -----

(54) Title of the Invention: COLOR IMAGE PROCESSOR

(57) [Abstract]

[Object]

15 To perform color matching with high accuracy in a simple way when a device-dependent input color signal of CMYK color or the like are converted to a device-independent output color signal of L*a*b* or the like.

[Constitution]

20 Each of three-dimensional LUTs 1b-1e receives CMY color as an input color signal and outputs a luminance signal L*. A K color component of an input color signal is divided into four areas, and each of the three-dimensional LUTs 1b to 1e is provided corresponding to each area. A
25 three-dimensional switching unit 4 determines an area to which a current K component belongs, and a selector 1a selects

one of the LUTs based on this determination. Chromaticity signals a^* , b^* are also obtained in a similar way.

[Claims for the Patent]

[Claim 1]

A color image processor which converts an input color signal composed of color intensities of cyan, magenta, yellow, and black to a predetermined format of color signal,
5 characterized in that the color image processor comprises:

a first converting means which is provided in accordance with a first intensity of the black color and receives the color intensities of cyan, magenta, and yellow of said input
10 color signal as an input signal and outputs a first color signal;

a second converting means which is provided in accordance with a second intensity of the black color and receives the color intensities of cyan, magenta, and yellow of said input color signal as an input signal and outputs
15 a second color signal; and

a selecting means for selecting either said first converting means or said second converting means depending on the black color intensity of said input color signal.

20 [Claim 2]

A color image processor which converts an input color signal composed of color intensities of cyan, magenta, yellow, and black to a predetermined format of color signal,
5 characterized in that the color image processor comprises:
25 a first converting means which is provided in accordance with a first intensity of the black color and receives the

color intensities of cyan, magenta, and yellow of said input color signal as an input signal and outputs a first color signal;

5 a second converting means which is provided in accordance with a second intensity of the black color and receives the color intensities of cyan, magenta, and yellow of said input color signal as an input signal and outputs a second color signal;

10 an internal division ratio calculating means for calculating an internal division ratio between said first intensity and said second intensity depending on the black color intensity of said input color signal; and

15 an interpolation means for applying an interpolation operation to said first intensity of the black color and said second intensity of the black color based on said internal division ratio.

[Claim 3]

A color image processor which converts an input color signal composed of color intensities of cyan, magenta, yellow, 20 and black to a predetermined format of color signal, characterized in that the color image processor comprises:

 a first converting means which is provided in accordance with a first intensity of the black color and receives the color intensities of cyan, magenta, and yellow of said input 25 color signal as an input signal and outputs a first color signal;

a second converting means which is provided in accordance with a second intensity of the black color and receives the color intensities of cyan, magenta, and yellow of said input color signal as an input signal and outputs
5 a second color signal;

an internal division ratio calculating means for calculating an internal division ratio between said first intensity of the black color and said second intensity of the black color
10 depending on the black color intensity of said input color signal;

an interpolation means for applying an interpolation operation to said first intensity of the black color and said second intensity of the black color based on said
15 internal division ratio; and

a determination means for determining whether or not the black color intensity of said input color signal matches said first intensity or said second intensity,

wherein said first color signal is outputted when the
20 black color intensity of said input color signal matches said first intensity, said second color signal is outputted when the black color intensity of said input color signal matches said second intensity, and a result of the interpolation operation by said interpolation means is
25 outputted when the black color intensity of said input color

signal does not match either said first intensity or said second intensity.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

5 [Industrial Application Field]

The present invention relates to a color image processor suitably used for format conversion of color images.

[0002]

[Conventional Art]

10 To output an image using a color printer, a color copying machine, or the like, color conversion is required as its promise. For example, in a color copying machine, generally, an original is read by a CCD line sensor or the like, and a read result is outputted as an RGB (red, green, and blue) 15 additive color system signal. On the other hand, an image output is performed based on a CMYK (cyan, magenta, yellow, and black) subtractive color system signal. Therefore, a color conversion process in the color copying machine is performed on the assumption of such specific input and output 20 units. In other words, when a test pattern original is copied, a color conversion circuit is adjusted to match a copy with the original as much as possible.

[0003]

In a color printer, a process of color conversion to 25 a recording color signal of the color printer is performed on the assumption that a predetermined "representative

signal " is supplied as an input color signal. Generally, an NTSC RGB signal, which is used in a television or the like, is used as the representative signal. In other words, a color conversion process is performed in such a way to
5 match a test pattern of an NTSC RGB signal displayed with a printed result of the test pattern as much as possible.

[0004]

At the present day, color input/output media are diversifying, and formats of image data are also diversifying.
10 Then, since such image data is exchanged via a network, there is a need to perform a color conversion process on various types of image data. As typical color spaces used with a personal computer or the like, several types of color spaces such as (1) RGB space, (2) HSL and HSB spaces defined by
15 a transformation operation of an RGB space, and (3) CMSK space which uses recording colors themselves are known. Even though the number of color spaces is small, there are many data formats for image data. This is because there are many "device-dependant" formats, i.e., data formats that
20 each depends on a specific devices.

[0005]

For example, generally, RGB signals that are outputted from a color scanner are different from NTSCRGB signals. Additionally, among a plurality type of color scanners,
25 differences arise due to differences of spectral responses of sensors used in them. Similarly, even if printing is

performed using an identical CMYK signal, a print color is different when a color material set is different. As described above, most of RGB signals of color scanners and CMYK signals of printers or the like are device-dependant
5 signals.

[0006]

When such a device-dependant signal is used in another device, it is necessary to identify a correspondence (color matching) between a device-dependant signal and a
10 device-independent signal. It is noted that a "device-independent signal" means a signal that can be converted to colorimetric color spaces (such as CIE XYZ, L*a*b, L*u*v*) using a well known definitional formula. The above mentioned NTSC RGB signal is such a device-independent
15 signal.

[0007]

By the way, it is commonly practiced that image data is outputted from a color printer prior to production of an original plate of a print so that an appearance of finished
20 colors on the print is checked in advance (digital color proofing). When a color printer is used for this purpose, color matching needs to have especially high accuracy. On the other hand, since a device-dependant signal is nonlinear,
25 it is difficult to mathematically express high-accurate colormatching. For example, though it is known that a matrix type color conversion process is performed as a conversion

coefficient is switched according to a type of an input color signal, such a scheme cannot provide enough color reproduction accuracy and cannot be used practically in digital color proofing or the like.

5 [0008]

Generally, a table reference type color conversion scheme (Japanese Patent Laid-Open No. S02-87192, etc.) is thought to be most suitable for accurate color matching. In this scheme, a look-up table (LUT) that defines a correspondence between an input color signal and an output color signal is provided, and an output color signal is obtained by reading the LUT based on an input color signal. Therefore, even if a correspondence between an input color signal and an output color signal is nonlinear, high-accurate color matching can be performed by increasing the resolution of an LUT.

10 [0009]

[Problems to be Solved by the Invention]

However, in the table reference type color conversion scheme described above, a required memory capacity increases exponentially according to the number of parameters of an input color signal. For example, assuming that each parameter of an output color signal has "256-step" gradation and each parameter of an input color signal is divided into "16" area, each parameter of the output color signal in a three-dimensional table requires "17³ (about 5 Kbytes)" of

memory capacity. In a four-dimensional table, "17⁴ (about 85 Kbytes)" of memory capacity is required.

[0010]

Thus, when an input color signal is a CMYK signal, a large memory capacity is needed. In addition, there is often a case that interpolation operations are applied to outputs from a plurality of tables and such result is used as an output color signal instead of using an output result itself from the table as an output color signal. In this case, interpolation operations become complex exponentially as the number of parameters increase. The present invention is made in view of the above described circumstances, and intends to provide a color image processor which can perform simple and high-accurate color matching for CMYK signals.

[0011]

[Means for Solving the Problems]

To solve the above described problems, according to a configuration described in claim 1, a color image processor which converts an input color signal composed of color intensities of cyan, magenta, yellow, and black to a predetermined format of color signal is characterized in that the color image processor comprises a first converting means which is provided in accordance with a first intensity of the black color and receives the color intensities of cyan, magenta, and yellow of said input color signal as an input signal and outputs a first color signal; a second

converting means which is provided in accordance with a second intensity of the black color and receives the color intensities of cyan, magenta, and yellow of said input color signal as an input signal and outputs a second color signal; 5 and a selecting means for selecting either said first converting means or said second converting means depending on the black color intensity of said input color signal.

[0012]

In addition, according to a configuration described 10 in claim 2, a color image processor which converts an input color signal composed of color intensities of cyan, magenta, yellow, and black to a predetermined format of color signal is characterized in that the color image processor comprises a first converting means which is provided in accordance 15 with a first intensity of the black color and receives the color intensities of cyan, magenta, and yellow of said input color signal as an input signal and outputs a first color signal; a second converting means which is provided in accordance with a second intensity of the black color and 20 receives the color intensities of cyan, magenta, and yellow of said input color signal as an input signal and outputs a second color signal; an internal division ratio calculating means for calculating an internal division ratio between said first intensity of the black color and said second 25 intensity of the black color depending on the black color intensity of said input color signal; and an interpolation

means for applying an interpolation operation to said first intensity of the black color and said second intensity of the black color based on said internal division ratio.

[0013]

5 In addition, according to a configuration described in claim 3, a color image processor which converts an input color signal composed of color intensities of cyan, magenta, yellow, and black to a predetermined format of color signal is characterized in that the color image processor comprises
10 a first converting means which is provided in accordance with a first intensity of the black color and receives the color intensities of cyan, magenta, and yellow of said input color signal as an input signal and outputs a first color signal; a second converting means which is provided in
15 accordance with a second intensity of the black color and receives the color intensities of cyan, magenta, and yellow of said input color signal as an input signal and outputs a second color signal; an internal division ratio calculating means for calculating an internal division ratio between
20 said first intensity of the black color and said second intensity of the black color depending on the black color intensity of said input color signal; an interpolation means for applying an interpolation operation to said first intensity of the black color and said second intensity of
25 the black color based on said internal division ratio; and a determination means for determining whether or not the

black color intensity of said input color signal matches
said first intensity or said second intensity, wherein said
first color signal is outputted when the black color
intensity of said input color signal matches said first
5 intensity, said second color signal is outputted when the
black color intensity of said input color signal matches
said second intensity, and a result of the interpolation
operation by said interpolation means is outputted when the
black color intensity of said input color signal does not
10 match either said first intensity or said second intensity.

[0014]

[Operation]

In the configuration described in claim 1, the first
and second converting means receive color intensities of
15 cyan, magenta, and yellow of the input color signal as input
signals, and output the first and second color signals
respectively. Then, the selecting means selects either
said first converting means or said second converting means
depending on a black color intensity of the input color
20 signal.

[0015]

In the configuration described in claim 2, the first
and second converting means receive color intensities of
cyan, magenta, and yellow of the input color signal as input
25 signals, and output the first and second color signals
respectively. Additionally, the internal division ratio

calculating means calculates an internal division ratio between the first intensity and the second intensity depending on a black color intensity of the input color signal.
Then, the interpolation means applies interpolation
5 operation to the first and second intensities based on the internal division ratio.

[0016]

In the configuration described in claim 3, the first and second converting means receive color intensities of
10 cyan, magenta, and yellow of the input color signal as input signals, and output the first and second color signals respectively. Additionally, the internal division ratio calculating means calculates an internal division ratio between the first intensity and the second intensity depending on a black color intensity of the input color signal.
15 Then, the interpolation means applies interpolation operation to the first and second intensities based on the internal division ratio. On the other hand, a determination means determines whether or not the black color intensity
20 of the input color signal matches the first intensity or the second intensity. Then, the first color signal is outputted when the black color intensity of said input color signal matches the first intensity, the second color signal is outputted when the black color intensity of the input
25 color signal matches the second intensity, and a result of the interpolation operation by the interpolation means is

outputted when the black color intensity of the input color signal does not match either of them.

[0017]

[Embodiments]

5 A. Principle of an embodiment

When it is assumed that an input color signal of CMYK is converted to an output color signal of L*a*b* as one example of color matching, a mapping from a four-dimensional space of CMYK to a three-dimensional space of L*a*b is uniquely determined and expressed as:

[0018]

[Formula 1]

$$(L^*, a^*, b^*) = F(C, M, Y, K) \quad \dots \dots \text{Equation (1)}.$$

[0019]

15 In this example, when CMY color is varied at a constant K color, a variation range of the output color signal can be represented as a solid in the L*a*b* space. According to the study of the inventors, as an intensity of K color increases, a volume of such a solid decreases. Therefore, 20 in the area where an intensity of K color is high, a color difference due to a color variation of CMY color in the input color signal becomes small.

[0020]

Thus, in such an area, even if a K color is represented 25 in a small number of bits, sufficient accuracy of color conversion can be maintained. In other words, although,

as an interval between lattice points of K color increases, an error of interpolation operation also increases, sufficient accuracy can be obtained from an approximately obtained result when the volume of a solid in L*a*b* space 5 itself is small. Therefore, an interval between K color lattice points is preferably short when the K color intensity is low, and is preferably long when the K color intensity is high.

[0021]

10 As described above, a color conversion with four inputs and three outputs can be implemented by combination of look-up tables having three inputs and three outputs when an input color signal is CMYK color. This allows high-accurate color matching while an increase of the 15 required memory amount is suppressed.

[0022]

B. First Embodiment

B-1. Constitution of the Embodiment

The first embodiment of the present invention will be 20 described below with reference to Figure 1. In the figure, reference numeral 100 denotes an input image storage device which stores an input color signal. Such an input color signal is CMYK data and represents each color intensity with tone values of "256-step" gradation (8 bit) on the assumption 25 of a given printer. Reference numerals 1 to 3 denote three-dimensional LUT group color converters which output

output color signals L^* , a^* , b^* based on CMY component of the input color signal, respectively. Thus, these three-dimensional LUT group color converters 1 to 3 output a left-hand value in the above described formula 1.

5 [0023]

These three-dimensional LUT group color converters 1 to 3 are provided with a plurality of look-up tables corresponding to intensity of K color. Reference numeral 4 denotes a three-dimensional LUT switching unit which 10 outputs an LUT selecting signal that specifies a look-up table to be used in the three-dimensional LUT group color converters 1 to 3 based on a K color component of the input color signal. Reference numeral 101 denotes an output image storage device which stores output color signals that is 15 outputted from the three-dimensional LUT group color converter 1 to 3. More specifically, the output image storage device 101 is composed of independently readable and writable "three" planes (L^* plane, a^* plane, and b^* plane) which store a corresponding component of an output color 20 signal respectively.

[0024]

Reference numeral 6 denotes an auxiliary storage in which contents of look-up tables to be stored into the three-dimensional LUT group color converters 1 to 3 are 25 stored in advance. Reference numeral 5 is a controller which forwards such look-up table contents to the

three-dimensional LUT group converters 1 to 3 before the converters 1 to 3 are used.

[0025]

Configuration details of the three-dimensional LUT group converter 1 and the three-dimensional LUT switching unit 4 will now be described with reference to Figure 4. In the figure, a one-dimensional LUT 4a is provided inside the three-dimensional LUT switching unit 4. The one-dimensional LUT 4a outputs the above described LUT selecting signal (2 bit) based on which segment a K color component (8 bit) of an input color signal belongs to. Its details are shown in Figure 5.

[0026]

In Figure 5, an abscissa axis indicates a variation range (0 to 255) of the K color component, and the range is divided into four segments, that is, segments 0 to 3. More specifically, 0 to 20 of K color component are within a segment 0, 21 to 62 are within a segment 1, 63 to 125 are within a segment 2, 126 to 255 are within a segment 3. The LUT selecting signal is set to any of values 00B to 11B (B denotes a binary number) that are segment numbers (0 to 3) represented in two-digit binary numbers respectively.

[0027]

Incidentally, widths of those segments are not equal. As an intensity of K color component increases, a section width becomes wider. This intends to maintain sufficient

accuracy of color conversion even if a K color is represented in a small number of bits as described in "Principle of an embodiment".

[0028]

5 Returning to Figure 4, reference numerals 1b to 1e denote three-dimensional LUTs inside the three-dimensional LUT group color converter 1, and the three-dimensional LUTs corresponds to the segments 0 to 3 respectively. Reference numeral 1a denotes a selector having one input and four
10 outputs, and the selector supplies a CMY component of an input color signal to any of three-dimensional tables corresponding to an LUT selecting signal. Configuration details of the three-dimensional LUT 1b will now be described with reference to Figure 2.

15 [0029]

 In Figure 2, reference numeral 9 denotes an LUT lattice point data storage which stores lattice point data of an luminance signal L^* in an output color signal wherein upper order 4 bits of CMY color in an input color signal (hereinafter called upper nibble C_u, M_u, Y_u) are parameters. Such lattice point data may be obtained using a variety of well known methods. To obtain the data, for example, the Neugebauer equation ("Color reproduction no riron (Theory of Color Reproduction)", Insatsugakkai-shuppanbu (Japan Printer Co.), p.234) may be used, a higher degree polynomial may be calculated by the least-square method based on a plurality

of color samples of combinations of tone values and their colorimetric values, or neural network learning may be used.

[0030]

Reference numeral 8 denotes a near lattice address generating unit which sequentially supplies address signals corresponding to a plurality of upper nibbles (C_u, M_u, Y_u), (C_u, M_u, Y_u+1), (C_u, M_u+1, Y_u), (C_u, M_u+1, Y_u+1), (C_u+1, M_u, Y_u), (C_u+1, M_u, Y_u+1), (C_u+1, M_u+1, Y_u), and (C_u+1, M_u+1, Y_u+1) to the LUT lattice point data storage 9. Thereby, corresponding "eight" luminance signals L^* are outputted sequentially from the LUT lattice point data storage 9. Additionally, a luminance signal L^* corresponding to a value "10000" is stored in the LUT lattice point data storage 9 to support a case where any of upper nibbles (C_u, M_u, Y_u) is "1111". Therefore, the number of lattice point corresponding to "4 bit" is "17".

[0031]

As used herein, in a CMY space, a point corresponding to the upper nibble (C_u, M_u, Y_u) is referred to as P5, a point corresponding to (C_u, M_u, Y_u+1) is referred to as P8, a point corresponding to (C_u, M_u+1, Y_u) is referred to as P6, a point corresponding to (C_u, M_u+1, Y_u+1) is referred to as P7, a point corresponding to (C_u+1, M_u, Y_u) is referred to as P1, a point corresponding to (C_u+1, M_u, Y_u+1) is referred to as P4, a point corresponding to (C_u+1, M_u+1, Y_u) is referred to as P2, and a point corresponding to (C_u+1, M_u+1, Y_u+1)

is referred to as P3. An arrangement of these points in the CMY space is shown in Figure 3. A solid whose vertexes are P1 to P8 are called a base cube. Pieces of data (luminance signal) read out from the LUT lattice point data storage 5 corresponding to these points P1 to P8 are called data D1 to D8 respectively.

[0032]

Returning to Figure 2, reference numeral 10 denotes an interpolation operation part which outputs a luminance 10 signal L^* corresponding to CMY color (8 bit in total) of an input color signal based on low order "4 bits" of the input color signal (hereinafter referred to as low nibble C_L, M_L, Y_L) and data D1 to D8. Its details will be described with reference to Figure 3. In the figure, a point O is 15 a point specified by CMY color (8 bit in total) of an input color signal in a CMY space.

[0033]

In Figure 3, a positional relation between each vertex of the base cube and the point O inside the cube is determined 20 by the low nibble C_L, M_L, Y_L . The base cube can be divided into "8" rectangular parallelepipeds by "3" planes which pass through the point O and are respectively parallel to a YM plane, an MC plane, and a CY plane. Then, a volume of a rectangular parallelepiped in which a diagonal is a 25 line segment between the points O and P1 is V_1 , a volume of a rectangular parallelepiped in which a diagonal is a

line segment between the points O and P2 is V2, a volume of a rectangular parallelepiped in which a diagonal is a line segment between the points O and P3 is V3, and so on such that volumes V1 to V8 of rectangular parallelepipeds 5 having respective vertexes can be obtained.

[0034]

After obtaining the volumes V1 to V8 as described above, the interpolation operation part 10 obtains a final luminance signal L* according to the following equation.

10 In the equation (8), V is the sum of volumes V1 to V8.

[0035]

[Formula 2]

$$L^* = (D1 \cdot V7 + D2 \cdot V8 + D3 \cdot V5 + D4 \cdot V6 + D5 \cdot V3 + D6 \cdot V4 + D7 \cdot V1 + D8 \cdot V2) / V$$

.....Equation (2)

15 [0036]

As described above, the three-dimensional LUT 1b outputs a luminance signal L* when a CMY component of an input color signal is supplied from the selector 1a. The same goes for the other three-dimensional LUTs 1c-1e. In 20 addition, the three-dimensional LUT group color converters 2 and 3 are configured in the same manner as the three-dimensional LUT group color converter 1, and thereby signals L*, a*, b* are outputted from the three-dimensional LUT group color converters 1 to 3 respectively.

25 [0037]

B-2. Operation of the Embodiment

Operation of the present embodiment will next be described. At first, table data stored in the auxiliary storage 6 is forwarded to each LUT, and CMYK data is inputted as an input color signal to the input image storage device 100. When input color signals in the input image storage device 100 are sequentially read out, an LUT selecting signal is outputted from the three-dimensional LUT switching unit 4 based on a value of a K color component. Then, in three-dimensional LUT group color converters 1 to 3, a three-dimensional LUT is selected based on the LUT selecting signal, and signals L^* , a^* , b^* are outputted through the selected three-dimensional LUTs. These signals are accumulated in the L^* to b^* planes of the output image storage device 101.

15 [0038]

As described above, according to the present embodiment, a certain level of color matching can be performed by providing several LUT color converters having three inputs and three outputs. And, since storage capacities of the three-dimensional LUT group converters 1 to 3 can be greatly more reduced as compared with a case in which an LUT color converter having four inputs and three outputs is used, a simple color matching can be performed.

[0039]

25 C. Second Embodiment

C-1. Constitution of the Embodiment

The second embodiment of the present invention will next be described with reference to Figure 5. In the figure, parts corresponding to parts of the first embodiment have the same reference numerals, and their descriptions are omitted. In the figure, reference numeral 20 denotes a three-dimensional LUT switching unit, which is provided instead of the three-dimensional LUT switching unit 4 of Figure 1. A configuration of the three-dimensional LUT switching unit 20 is shown in Figure 11. In Figure 11, reference numeral 20a is a one-dimensional LUT which is configured in the same manner as the one-dimensional LUT 4a of the first embodiment and which outputs an LUT selecting signal corresponding to a K color component of an input color signal. Reference numeral 20b is an internal division ratio calculating circuit which computes and outputs an internal division ratio of a K color component within each segment (see Figure 5).

[0040]

Returning to Figure 6, reference numerals 24 to 26 denote three-dimensional LUT group color converters which are configured in the same manner as the three-dimensional LUT group color converters 1 to 3 of the first embodiment. However, while each of three-dimensional LUT group color converters 1 to 3 in the first embodiment has four three-dimensional LUTs 1b to 1e (see Figure 4), each of three-dimensional LUT group color converters 24 to 26 has five three-dimensional

LUTs. Three-dimensional LUTs provided in the three-dimensional LUT group color converters 24 to 26 respectively store lattice point data corresponding to "0", "21", "63", "125", and "255" of K color component intensity.

5 [0041]

The three-dimensional LUT group color converters 24 to 26 are provided with selectors corresponding to the selector 1a (see Figure 4), and these selectors sequentially specify three-dimensional LUTs corresponding to two K color 10 intensities of edges of a segment indicated by an LUT selecting signal. As one example, operation of the three-dimensional LUT group color converter 24 where an intensity of a K color component is "15" will be described. According to Figure 5, since the K color component intensity 15 "15" belongs to the segment 0, a corresponding LUT selecting signal is "00". At this time, K color intensities of edges of the segment 0 are "0" and "21". Therefore, three-dimensional LUTs corresponding to "0" and "21" are sequentially accessed by a selector in the three-dimensional 20 LUT group color converter 24 so that two luminance signals are sequentially outputted. Hereinafter, these luminance signals are referred to as L_1^* , L_2^* .

[0042]

The three-dimensional LUT group color converters 25, 25 26 are configured in the same manner as the three-dimensional LUT group color converter 24, and chromaticity signals a_1^* ,

a_2^* are outputted from the three-dimensional LUT group color converter 25 and chromaticity signals b_1^* , b_2^* are outputted from the converter 26. Reference numeral 21 denotes an interpolation computing unit which outputs a luminance signal L^* based on luminance signals L_1^* , L_2^* and an internal division ratio outputted from the three-dimensional LUT switching unit 20. When internal division ratio is "N", luminance signal L^* is represented as the following equation:

[0043]

10 [Formula 3]

$$L^* = L_1^* + (L_2^* - L_1^*) \cdot N \quad \dots \dots \text{Equation (3)}$$

[0044]

Interpolation computing units 22, 23 are configured in the same manner as the interpolation computing unit 21. Therefore, the interpolation computing unit 22 outputs a chromaticity signal a^* based on chromaticity signals a_1^* , a_2^* , and the interpolation computing unit 23 outputs a chromaticity signal b^* based on chromaticity signals b_1^* , b_2^* .

20 [0045]

C-2. Operation of the Embodiment

Operation of the present embodiment will next be described. At first, as in the first embodiment, table data stored in the auxiliary storage 6 is forwarded to each LUT, and CMYK data is inputted as an input color signal to the input image storage device 100. When input color signals

in the input image storage device 100 are sequentially read out, an LUT selecting signal and a signal which indicates an internal division ratio are outputted from the three-dimensional LUT switching unit 4 based on a value of
5 a K color component.

[0046]

Then, in three-dimensional LUT group color converters 24 to 26, two three-dimensional LUTs are sequentially selected based on the LUT selecting signal, and signals L_1^* ,
10 a_1^* , b_1^* , L_2^* , a_2^* , b_2^* are outputted through the selected three-dimensional LUTs. At the interpolation computing units 21 to 23, signals L^* , a^* , b^* are outputted based on the above signals and internal division ratios. The signals L^* , a^* , b^* are accumulated as output color signals in the
15 L^* to b^* planes of the output image storage device 101.

[0047]

As described above, according to the present embodiment, since linear interpolation is performed by the interpolation computing units 21 to 23, output color signals L^* , a^* , b^*
20 are obtained more accurately as compared with the first embodiment. Further, required memory capacities of the three-dimensional converters 24 to 26 and the like can be greatly more reduced as compared with a case in which an LUT color converter having four inputs and three outputs
25 is used.

[0048]

D. Third Embodiment

A third embodiment of the present invention will now be described with reference to Figure 7. In the figure, parts corresponding to parts of the first and second 5 embodiments have the same reference numerals, and their descriptions are omitted. In the figure, reference numeral 30 denotes a three-dimensional LUT switching unit, which is provided instead of the three-dimensional LUT switching unit 4 of Figure 1. A configuration of the three-dimensional 10 LUT switching unit 30 is shown in Figure 12. In Figure 12, reference numeral 30a is a one-dimensional LUT and reference numeral 30b is an internal division ratio calculating circuit, each of which is configured in the same manners as the one-dimensional LUT 20a and the internal division ratio 15 calculating circuit 20b in the second embodiment respectively and outputs an LUT selecting signal corresponding to a K color component of an input color signal. Reference numeral 30c is a segment threshold determination circuit which outputs a threshold detection signal when an 20 intensity of a K color component corresponds to a threshold (any of "0", "21", "63", "125", and "255").

[0049]

Returning to Figure 7, reference numerals 34 to 36 denote three-dimensional LUT group color converters which are 25 configured in the same manner as the three-dimensional LUT group color converters 24 to 26 of the second embodiment.

Therefore, the three-dimensional LUT group color converters 34 to 36 are provided with selectors, and these selectors sequentially specify three-dimensional LUTs corresponding to two K color intensities of edges of a segment indicated 5 by an LUT selecting signal. However, when a threshold detection signal is outputted from the above described segment threshold determination circuit 30c, a selector in the present embodiment specifies only one three-dimensional LUT corresponding to such a threshold. As a result of this, 10 only signals L_1^* , a_1^* , b_1^* are outputted from the three-dimensional LUT group color converters 34 to 36, and signals L_2^* , a_2^* , b_2^* are not outputted from the converters 34 to 36.

[0050]

15 Reference numerals 31 to 33 are interpolation computing units which are configured in the same manner as the interpolation computing units 21 to 23 of the second embodiment. Thus, when luminance signals L_1^* , L_2^* , chromaticity signals a_1^* , a_2^* , and chromaticity signals b_1^* , 20 b_2^* are supplied to the interpolation computing units 31 to 33, the interpolation computing units 31 to 33 apply interpolation operation to these signals and output output color signals L^* , a^* , b^* . However, when a threshold detection signal is outputted from the segment threshold 25 determination circuit 30c, the interpolation computing units 31 to 33 in the present embodiment outputs signals

L_1^* , a_1^* , b_1^* themselves as output color signals L^* , a^* , b^* .

In other words, interpolation operations are stopped.

[0051]

According to the above described configuration, output
5 color signals L^* , a^* , b^* similar to those of the second embodiment are outputted and accumulated in the output image storage device 101. However, in the present embodiment, when a K color component corresponds to a threshold, only one three-dimensional LUT is specified in each of
10 three-dimensional LUT group converters 34 to 36, and interpolation operations in the interpolation computing units 31 to 33 are omitted. This allows high-accurate output color signals L^* , a^* , b^* to be outputted at high speed.

[0052]

15 E. Alternative Embodiments

The present invention is not limited to the above described embodiments, and may be modified as follows.

[0053]

(1) Although an input color signal of CMYK is converted
20 to an output color signal of $L^*a^*b^*$ in the above embodiments, it goes without saying that an output color signal is not limited to such $L^*a^*b^*$ signal and may be any type of signals such as RGB signal, HSL signal, HSB signal, and $L^*u^*v^*$ signal. In addition, a quantization level of an input color signal
25 is not limited to "256-step" gradation, and may be any level. Especially when an output color signal has three components

(for example, L*a*b, L*u*v, RGB), the configurations of the embodiments described above can be applied without modification.

[0054]

5 (2) Even if an output color signal has four components, the configuration of each embodiments described above can be applied by addition of a three-dimensional group color converter and a plane in the output image storage device 101. Particularly when an output color signal is also in
10 CMYK format, those configuration is more likely to be provided without addition of a three-dimensional group color converter. Examples of them are shown in Figure 8 to 10. These figures shows the configurations of Figure 1, 6, and 7 modified to output output color signals C', M', Y', K.

15 [0055]

In these figures, circuits for outputting output color signals C', M', Y' are configured in the same manner as the circuits for outputting signals L*, a*, b* in each embodiment described above. However, in these alternative embodiments,
20 a one-dimensional LUT 50 which defines a gradation conversion characteristic of a K color component of an input/output color signal is provided. Thus, an output color signal K' is obtained by inputting an input color signal K to the one-dimensional LUT 50. This is because, when a color signal
25 in a CMYK format is converted to a color signal in another CMYK format, there is a strong tendency that the latter one's

K color component is controlled only by the former one's K color component. In other words, even if CMY components of an input color signal are ignored, an output color signal K' with sufficient accuracy can be obtained.

5 [0056]

(3) Although cube interpolation (see Figure 3) is used in each embodiment described above, it goes without saying that an interpolation method is not limited to the cube interpolation. For example, triangular prism interpolation and slant triangular prism interpolation are disclosed in proceedings of the 24th gazou conference (image conference) in 1993, pp. 347-350, and techniques such as tetrahedron interpolation are known. After all, any interpolation method may be used in the present invention.

10 [0057]

(4) In each embodiment described above, lattice data corresponding to upper nibbles C_u , M_u , Y_u of colors of an input color signal is stored in the LUT lattice point data storage 9. However, the lattice point data is not limited to data corresponding to upper nibbles C_u , M_u , Y_u , and any number of bits that is smaller than a total data width (8 bits) may be used. In addition, lattice point data having different fraction sizes for CMY colors (for example, 4 bit, 3 bit, 3 bit) may be created. In addition, lattice point data having the total data width (8 bit) may be stored in the LUT lattice point data storage 9, and, in such a case,

the interpolation operation part 10 is obviously unnecessary.

[0058]

(5) Although, in each embodiment described above, the
5 near lattice address generating unit 8 sequentially supplies
“eight” address signals to the LUT lattice point data storage
9, “eight” LUT lattice point data storages 9 may be provided
so that “one” address signal for each LUT lattice point data
storage 9 is supplied simultaneously. This allows output
10 color signals L^* , a^* , b^* to be obtained at higher speed.

[0059]

[Advantages of the Invention]

As described above, according to the configuration described in claim 1, simple color matching can be performed
15 by selecting either the first converting means or the second converting means. In addition, according to the configuration described in claim 2, simple and high-accurate color matching can be performed because interpolation operation is performed. Furthermore, according to the
20 configuration described in claim 3, simple, high-accurate, and high-speed color matching can be performed because a result of interpolation operation is used only if necessary.

[Brief Description of the Drawings]

[Figure 1]

25 Figure 1 shows a block diagram which shows a configuration of the first embodiment.

[Figure 2]

Figure 2 shows a block diagram which shows configuration details of the three-dimensional LUT 1b.

[Figure 3]

5 Figure 3 shows a diagram for illustrating operation of the three-dimensional LUT 1b.

[Figure 4]

Figure 4 is a block diagram which shows configuration details of the three-dimensional LUT group color converters
10 1 and 3 and the three-dimensional LUT switching unit 4.

[Figure 5]

Figure 5 is a diagram for illustrating operation of the three-dimensional LUT switching unit 4.

[Figure 6]

15 Figure 6 is a block diagram which shows a configuration of the second embodiment.

[Figure 7]

Figure 7 is a block diagram which shows a configuration of the third embodiment.

20 [Figure 8]

Figure 8 is a block diagram which shows a configuration of an alternative embodiment of the first embodiment.

[Figure 9]

Figure 9 is a block diagram which shows a configuration 25 of an alternative embodiment of the second embodiment.

[Figure 10]

Figure 10 is a block diagram which shows a configuration of an alternative embodiment of the third embodiment.

[Figure 11]

Figure 11 shows a block diagram which shows
5 configuration details of the three-dimensional LUT
switching unit 20.

[Figure 12]

Figure 12 shows a block diagram which shows
configuration details of the three-dimensional LUT
10 switching unit 30.

[Description of Symbols]

- 1b three-dimensional LUT (first converting means)
- 1c three-dimensional LUT (second converting means)
- 1a selector (selecting means)
- 15 20b internal division ratio calculating circuit
 - (internal division ratio calculating means)
- 21-23 interpolation computing unit (interpolation means)
- 30b internal division ratio calculating circuit
 - (internal division ratio calculating means)
- 20 30c segment threshold determination circuit
 - (determination means)
- 31-33 interpolation computing unit (interpolation means)

Figure 1

1-3 THREE-DIMENSIONAL LUT GROUP COLOR CONVERTER
4 THREE-DIMENSIONAL LUT SWITCHING UNIT
5 CONTROLLER
5 6 AUXILIARY STORAGE
100 INPUT IMAGE STORAGE DEVICE
101 OUTPUT IMAGE STORAGE DEVICE

Figure 2

10 8 NEAR LATTICE ADDRESS GENERATING UNIT
9 LUT LATTICE POINT DATA STORAGE
10 INTERPOLATION OPERATION PART
#1 HIGH ORDER 4
#2 LOW ORDER 4

15

Figure 3

#1 C-AXIS
#2 M-AXIS
#3 Y-AXIS

20

Figure 4

1 THREE-DIMENSIONAL LUT GROUP COLOR CONVERTER
1a SELECTOR
1b-e THREE-DIMENSIONAL LUT
25 4 THREE-DIMENSIONAL LUT SWITCHING UNIT
4a ONE-DIMENSIONAL LUT

#1 K INPUT SIGNAL
#2 THREE-DIMENSIONAL LUT SELECTING SIGNAL

Figure 5

5 #1 LUT SELECTING SIGNAL
#2 K COLOR INPUT
#3 SEGMENT 0
#4 SEGMENT 1
#5 SEGMENT 2
10 #6 SEGMENT 3

Figure 6

5 CONTROLLER
6 AUXILIARY STORAGE
15 20 THREE-DIMENSIONAL LUT SWITCHING UNIT
21-23 INTERPOLATION COMPUTING UNIT
24-26 THREE-DIMENSIONAL LUT GROUP COLOR CONVERTER
100 INPUT IMAGE STORAGE DEVICE
101 OUTPUT IMAGE STORAGE DEVICE
20

Figure 7

5 CONTROLLER
6 AUXILIARY STORAGE
30 THREE-DIMENSIONAL LUT SWITCHING UNIT
25 31-33 INTERPOLATION COMPUTING UNIT
34-36 THREE-DIMENSIONAL LUT GROUP COLOR CONVERTER

100 INPUT IMAGE STORAGE DEVICE
101 OUTPUT IMAGE STORAGE DEVICE

Figure 8

5 1-3 THREE-DIMENSIONAL LUT GROUP COLOR CONVERTER
4 THREE-DIMENSIONAL LUT SWITCHING UNIT
5 CONTROLLER
6 AUXILIARY STORAGE
50 ONE-DIMENSIONAL LUT
10 100 INPUT IMAGE STORAGE DEVICE
101 OUTPUT IMAGE STORAGE DEVICE

Figure 9

5 CONTROLLER
15 6 AUXILIARY STORAGE
20 THREE-DIMENSIONAL LUT SWITCHING UNIT
21-23 INTERPOLATION COMPUTING UNIT
24-26 THREE-DIMENSIONAL LUT GROUP COLOR CONVERTER
50 ONE-DIMENSIONAL LUT
20 100 INPUT IMAGE STORAGE DEVICE
101 OUTPUT IMAGE STORAGE DEVICE

Figure 10

5 CONTROLLER
25 6 AUXILIARY STORAGE
30 THREE-DIMENSIONAL LUT SWITCHING UNIT

31-33 INTERPOLATION COMPUTING UNIT
34-36 THREE-DIMENSIONAL LUT GROUP COLOR CONVERTER
50 ONE-DIMENSIONAL LUT
100 INPUT IMAGE STORAGE DEVICE
5 101 OUTPUT IMAGE STORAGE DEVICE

Figure 11

20 THREE-DIMENSIONAL LUT SWITCHING UNIT
20a ONE-DIMENSIONAL LUT
10 20b INTERNAL DIVISION RATIO CALCULATING CIRCUIT
#1 K INPUT SIGNAL
#2 THREE-DIMENSIONAL LUT GROUP COLOR CONVERTER
#3 INTERPOLATION COMPUTING UNIT

15 Figure 12

30 THREE-DIMENSIONAL LUT SWITCHING UNIT
30a ONE-DIMENSIONAL LUT
30b INTERNAL DIVISION RATIO CALCULATING CIRCUIT
30c SEGMENT THRESHOLD DETERMINATION CIRCUIT
20 #1 K INPUT SIGNAL
#2 THREE-DIMENSIONAL LUT GROUP COLOR CONVERTER
#3 INTERPOLATION COMPUTING UNIT

[Written Amendment]

[Submission Date] February 16, 1996

[Amendment 1]

[Title of Amended Document] Specification

5 [Amended Unit] Claim 2

[Method of Amendment] Modification

[Content of Amendment]

[Claim 2]

A color image processor which converts an input color
10 signal composed of color intensities of cyan, magenta, yellow,
and black to a predetermined format of color signal,
characterized in that the color image processor comprises:

a first converting means which is provided in accordance
with a first intensity of the black color and receives the
15 color intensities of cyan, magenta, and yellow of said input
color signal as an input signal and outputs a first color
signal;

a second converting means which is provided in
accordance with a second intensity of the black color and
20 receives the color intensities of cyan, magenta, and yellow
of said input color signal as an input signal and outputs
a second color signal;

an internal division ratio calculating means for
calculating an internal division ratio between said first
25 intensity and said second intensity depending on the black
color intensity of said input color signal; and

an interpolation means for applying an interpolation operation to said first color signal and said second color signal based on said internal division ratio.

[Amendment 2]

5 [Title of Amended Document] Specification

[Amended Unit] 0012

[Method of Amendment] Modification

[Content of Amendment]

[0012]

10 In addition, according to a configuration described in claim 2, a color image processor which converts an input color signal composed of color intensities of cyan, magenta, yellow, and black to a predetermined format of color signal is characterized in that the color image processor comprises
15 a first converting means which is provided in accordance with a first intensity of the black color and receives the color intensities of cyan, magenta, and yellow of said input color signal as an input signal and outputs a first color signal; a second converting means which is provided in
20 accordance with a second intensity of the black color and receives the color intensities of cyan, magenta, and yellow of said input color signal as an input signal and outputs a second color signal; an internal division ratio calculating means for calculating an internal division ratio between
25 said first intensity of the black color and said second intensity of the black color depending on the black color

intensity of said input color signal; and an interpolation means for applying an interpolation operation to said first color signal and said second color signal based on said internal division ratio.